Palpage sur Machines Outils à Commande Numérique

S. MERGHACHE [1], A.GHERNAOUT [2], A. CHEIKH[3]
[1] Dept de mécanique, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Tlemcen, Algérie,
merghache_sidimohamed@yahoo.fr
[2] Dept de mécanique, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Tlemcen, Algérie, e_amine2001@yahoo.fr
[3] Dept de mécanique, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Tlemcen, Algérie, acheikh@mail.univ-tlemcen.dz

Résumé – La contribution des machines-outils dans l'épanouissement de plusieurs domaines industriels de pointe n'est plus à démontrer. Cependant, durant la dernière décennie, le contexte économique a imposé à cette industrie de nouvelles normes de performance en ce qui concerne la qualité, la productivité, les coûts et les délais de production. Les systèmes de palpage apportent une solution novatrice à l'amélioration de l'efficacité des machines-outils. Le but de cet article est de présenter notre démarche d'intégration d'un dispositif de palpage associé à un logiciel de saisie et d'analyse en relation avec la commande numérique, solution que nous avons matérialisée au sein de notre laboratoire.

1 Introduction

La rentabilité économique de l'automatisation des moyens de production nécessite un contrôle rigoureux et automatique des produits fabriqués. En effet, la qualité des usinages exige, à présent, des moyens de surveillance automatique des outils et de mesure des cotes en cours de production. L'évolution des machines modernes à commande numérique conduit à une intégration de la mesure et du contrôle directement dans le cycle de fabrication (figure 1). [1]
Le palpage sur machines-outils a élargi considérablement ses champs d'applications pour améliorer les processus de fabrication en permettant :

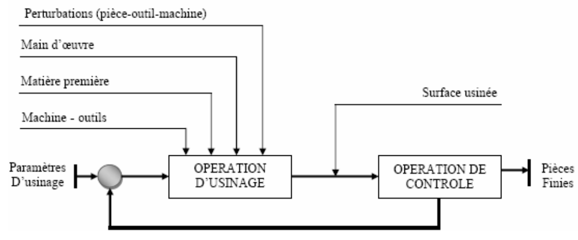


Figure 1. Boucle d'intégration de la mesure et du contrôle dans la fabrication

- d'éviter de poursuivre un usinage coûteux (pièces complexes non conforme),
- de mesurer avant finition et optimiser la dernière passe,
- d'optimiser les paramètres de réglage d'une porte pièce.
- d'optimiser le balançage des surfaces usinées dans un brut admissible.
- d'optimiser les corrections d'outils et de prise des origines d'une commande numérique.
- de corriger les défauts géométriques des trajectoires d'une machine.
- de minimiser le défaut de forme d'une surface.
- de vérifier ou mesurer une spécification géométrique ou fonctionnelle d'une pièce mécanique.

Cette liste n'est pas limitative mais elle montre qu'une telle organisation est susceptible d'apporter des gains considérables en matière de contrôle qualité, d'exploitation machine, de production et de temps de passage des pièces dans l'atelier.
Le problème général ainsi posé est celui de l'identification géométrique des surfaces réelles d'une pièce fabriquée et des trajectoires réelles d'une machine. Cette identification a pour objectif de garantir que les surfaces usinées coïncident réellement avec le solide modèle défini par le cahier des charges.

Nous présentons dans cet article la configuration, matérialisée au sein de notre laboratoire, de l'intégration d'un palpeur associé à une chaîne d'acquisitions des données et à un logiciel de saisie et d'analyse en relation avec la commande numérique.

2 Intégration d'un système de palpage sur MOCN

Les exigences de qualité et de précision devenant de plus en plus sévères, il n'a pas été question très longtemps de s'en tenir à la seule fiabilité du travail des machines avec les outils modernes dont on peut estimer la tenue avec une précision satisfaisante. La mesure et le contrôle du respect des normes de qualité imposées ont vite nécessité de trouver une solution permettant de suivre la qualité des usinages sans intervention manuelle permanente.
L'intégration d'un palpeur de mesure universel sur la machine-outil s'est imposée comme solution économique et très rationnelle. En effet, il est universellement reconnu que les machines outils à commande numérique des dernières générations offrent de part leurs qualités intrinsèques (figure 2) :

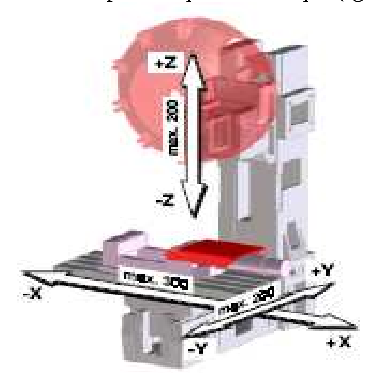


Figure 2. Structure d'une MOCN [2]

- une structure mécanique articulée,
- un capteur de position sur chacun de ses axes.

Des niveaux de précision s'apparentant à ceux des moyens de mesure les plus courants.

Pour qu'une MOCN «EMCO PC Mill 155» puisse répondre aux exigences de la mesure et du contrôle, nous avons assuré l'ensemble des fonctions suivantes (figure 3) :

- disposer d'un palpeur (capteur),
- permettre l'acquisition des coordonnées mesure,
- permettre le stockage des données,
- assurer le traitement des résultats.

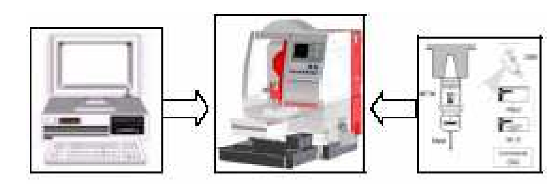


Figure 3. Transformation de la MOCN «EMCO PC Mill 155»

Le DCN autorise l'ensemble des ces fonctions grâce à la fonction de base « arrêt sur interruption » qui permet cet usage. En l'absence de sous-programmes résidants assurant le stockage des informations et leur traitement, une station associée permet de créer les fichiers et les sous-programmes nécessaires. [3]

3 Solution adoptée

3.1 Choix du système de palpage

Dans notre choix du système de palpage, nous avons privilégié les composants RENISHAW qui est une référence internationale en matière de technologie de

fabrication. Le système de palpage MP700 de RENISHAW (tableau 1) est un équipement de haute précision conçu spécialement pour fonctionner dans les environnements machines outils les plus hostiles. Le système de palpage MP700 permet de fournir :

- Une répétabilité dans toutes les directions de palpage.
- Une faible force de déclenchement combinée avec une faible variation de pré course afin de fournir une haute précision, même lors de l'utilisation avec de longs stylets.
- Une durée de vie découplée.
- Une mesure plus précise et plus rapide.
- Une élimination des défauts de remise à zéro.
- Une grande immunité aux vibrations des machines outils.
- Une résistance au choc et à de faux déclenchement grâce à l'utilisation d'une filtration numérique, à voies multiples. [4]

Tableau 1. Palpeurs de contrôle pour centres d'usinage [4]

Machine	Compact	Petite	Moyenne	Grande
Centres d'usinage à CN				
Verticale	OMP40	OMP40	OMP60/RMP60	RMP60
Horizontale	OMP40	OMP60	OMP60/RMP60	RMP60
Haute précision	OMP40	OMP400	OMP400/MP700	MP700
Machines manuelles		Palpeur « job contact » (JCP)		

4 Installation du système de palpage

Le système de palpage MP700 de RENISHAW que nous avons retenu pour équiper notre MOCN et composé de (figure 4):

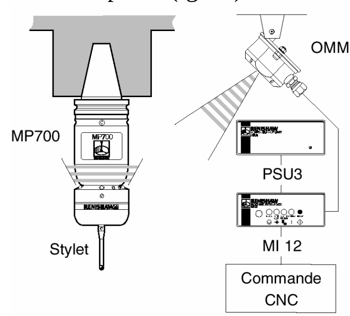


Figure 4. Système de palpage MP700 [5]

- Un palpeur pour broche MP700.
- Un module optique machine RENISHAW.
- Une unité d'interface palpeur MI12.
- Un bloc d'alimentation PSU3.

4.1 Exigences de fonctionnement

Le module optique machine (OMM) équipant le système de palpage, est fourni avec un câble de diamètre 5,1mm et d'une longueur de 25 mètres. Afin d'optimiser l'exploitation du dispositif choisit, il doit être monté sur la machine outil à commande numérique de telle façon que les enveloppes optiques entre l'OMM et le module optique palpeur MP700 (OMP) soient positionnées tel que sur la figure 5. [5]

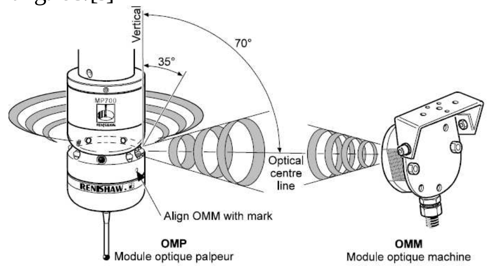


Figure 5. Exigences de fonctionnement de l'OMM

4.2 Montage de l'OMM sur la MOCN

Nous avons monté l'OMM sur une plaque support de montage fournie avec l'équipement et l'ensemble a été fixé sur la paroi de la cabine (figure 6). L'OMM ainsi placé, cela permet son pivotement pour trouver le meilleur réglage.

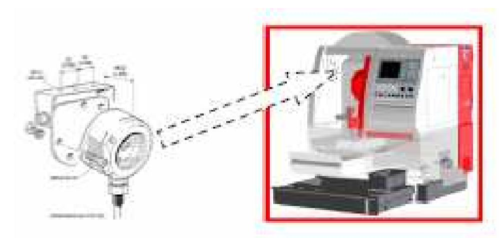


Figure 6. Montage de l'OMM sur MOCN [6]

4.3 Montage de l'interface palpeur sur la MOCN

Comme le montre la figure 7, nous avons installé l'interface MI12 sur la sur la face avant du contrôleur CNC. Sa proximité avec le directeur de commande facilite les interventions de contrôle à l'opérateur.

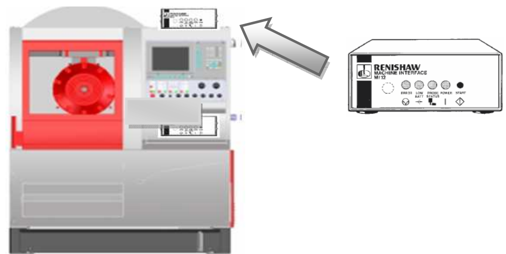
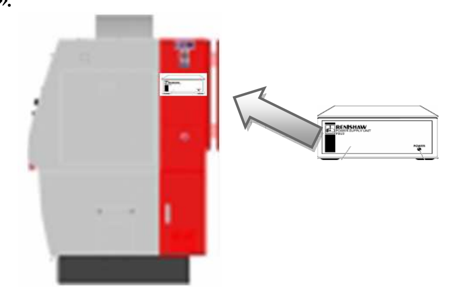


Figure 7. Montage de MI12 sur MOCN [7]

4.4 Montage de l'alimentation PSU3 sur la MOCN

Comme l'indique la figure 8, nous avons placé l'alimentation PSU3 dans l'armoire électrique de la machine outil à commande numérique «EMCO PC Mill 155».



4.5 Montage du palpeur sur la MOCN

Le palpeur est monté sur un cône en utilisant une plaque de réglage. Cela permet au palpeur de se déplacer radialement par rapport au cône.
Le montage du palpeur sur la broche de la machine-outil est identique à celui utilisé pour les outils de coupe (figure 9).

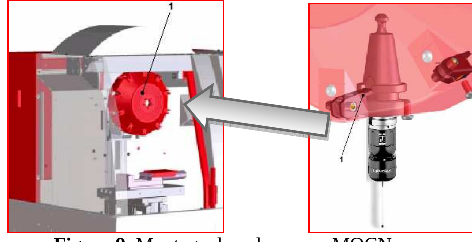


Figure 9. Montage du palpeur sur MOCN

4.6 Raccordement du système à la MOCN

Apres avoir décrit les différents choix que nous avons adopté pour étendre les capacités de la MOCN aux opérations de la métrologie avancé, la Figure 10 présente le schéma de câblage permettant de connecter l'ensemble du système MP700 avec la machine.

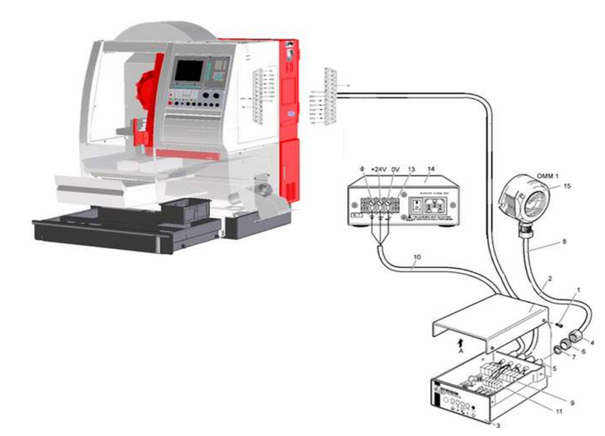


Figure 10. Schéma de câblage du système MP700

5 Logiciel de traitement des mesures

Une bonne définition des modules du programme et de leur interaction est l'une des plus importantes phases de la conception. L'algorithme de la figure 11 illustre l'architecture fonctionnelle de logiciel développé.
Cette figure représente toutes les étapes de notre conception et de notre implémentation.

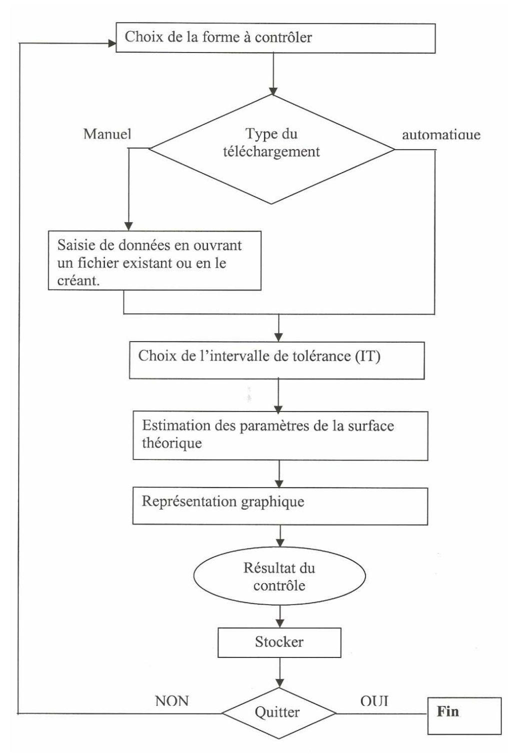


Figure 11. Algorithme général de traitement

6 Exploitation et résultats

Le logiciel associé à la chaîne d'acquisition assure un traitement mathématique des coordonnées dimensionnelles et de vérifier les caractéristiques des tolérances géométriques des pièces.
Des tests de validation sont actuellement en cours. Les figures 12 et 13, illustrent un échantillon de ces séries.

7 Conclusion

Actuellement le palpage sur MOCN se développe de plus en plus, grâce aux possibilités accrues des Directeurs de Commande Numérique (DCN) et à l'intérêt économique qu'il représente. Il est une réalité industrielle qui s'inscrit dans le sens des démarches d'amélioration de la qualité des processus d'usinage et de production en général.
Nous avons donc présenté la démarche que nous avons préconisée pour équiper notre machine outil à commande numérique «EMCO PC Mill 155» présence d'un palpeur MP700 RENISHAW. Les premiers tests de validation de ce dispositif de mesure et de contrôle sont assez probants.

8 Bibliographie

[1] P. Bourdet, 1999, « Métrologie tridimensionnelle et géométrique des pièces mécanique », Université Paris VI-ENS de Cachan, Licence de technologie mécanique 1998/1999.

[2] EMCO MAIER, Edition A2001-04, « EMCO PC Mill 155 : Fraise commandée par PC pour la formation », Département Documentation Technique A-5400 Hallein, Austria, Réf.-N°. FR 4345.

[3] B. Mery, Edition Hermès 1997, « Machine à Commande Numérique », L'école supérieure des arts et métiers l'ENS de Cachan Paris.

[4] RENISHAW, Edition avril 2003, « Système de palpeur MP700 », Guide de l'opérateur H-2000-5133-06.A, RENISHAW S.A.S 15 Rue Albert Einstein, Champs sur Marne, 77437 Marne la Vallée, Cedex 2 France.

[5] RENISHAW, Edition 1997, « Manuel d'installation de système de palpage MP700 », Guide de programmation H-2000-5143-01-A, RENISHAW S.A.S 15 Rue Albert Einstein, Champs sur Marne, 77437 Marne la Vallée, Cedex 2 France.

[6] RENISHAW, Edition 1996, « Module Optical Machine (OMM) », Guide de l'opérateur H-2000-5044-02-M, RENISHAW S.A.S 15 Rue Albert Einstein, Champs sur Marne, 77437 Marne la Vallée, Cedex 2 France.

[7] RENISHAW, Edition 2003, « Manuel d'installation et d'utilisation Interface MI 12 », Guide de l'opérateur H-2000-5073-05-J, Renishaw S.A.S 15 Rue Albert Einstein, Champs sur Marne, 77437 Marne la Vallée, Cedex 2 France.

[8] RENISHAW, Edition 2006, « Manuel d'installation et d'utilisation bloc d'alimentation PSU3 », Guide de l'opérateur H-2000-5057-03-A, RENISHAW S.A.S 15 Rue Albert Einstein, Champs sur Marne, 77437 Marne la Vallée, Cedex 2 France.

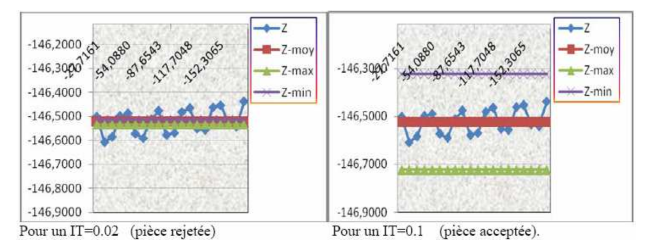


Figure 12. Exemple appliqué au contrôle de la planéité

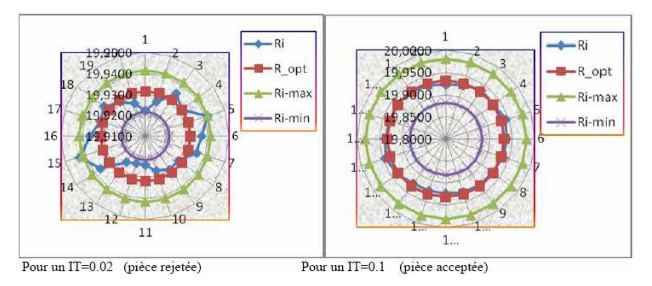


Figure 13. Exemple appliqué au contrôle de la circularité